

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP  
*DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR  
MIKRO HASIL PENGECORAN *SQUEEZE* ALUMINIUM**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi  
Strata I Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**IRWAN KUSNANTO**

**D 200 171 097**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP  
*DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR  
MIKRO HASIL PENGECORAN *SQUEEZE* ALUMINIUM**

**PUBLIKASI ILMIAH**

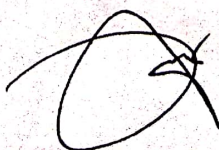
oleh:

**IRWAN KUSNANTO**

**D 200 171 097**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen  
Pembimbing



**Patna Partono, S.T., M.T.**

**NIK.701**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP  
*DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR  
MIKRO HASIL PENGECORAN *SQUEEZE* ALUMINIUM**

**OLEH**  
**IRWAN KUSNANTO**  
**D 200 171 097**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Selasa, 07 Januari 2020  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1. Patna Partono, S.T., M.T.**

**(Ketua Dewan Penguji)**

**2. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.**

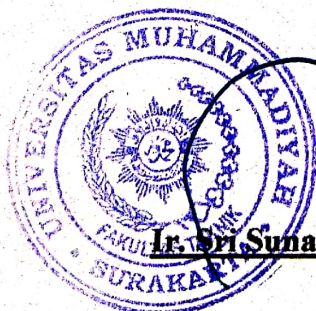
**(Anggota I Dewan Penguji)**

**3. Wijianto, S.T., M.Eng., Sc.**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

()  
()  
()

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM.**

**NIK. 682**



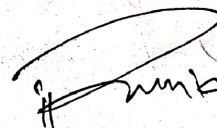
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 Januari 2020

Penulis



**IRWAN KUSNANTO**

**D 200 171 097**

# **PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP DENSITY, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN SQUEEZE ALUMINIUM**

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur cetakan pada proses *squeeze* terhadap *density*, porositas, kekerasan dan struktur mikro dengan bahan baku Aluminium dari piston bekas. Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi temperatur cetakan yaitu: 150°C, 200°C dan 250°C dengan temperatur tuang pada 700°C. Pengujian komposisi kimia menggunakan *Emmision Spectrometry* (ASTM E-1251). Pengamatan porositas dilakukan dengan foto makro menggunakan mikroskop digital dan membandingkan hasil dari setiap variasi temperatur cetakan. Pengujian kekerasan menggunakan alat uji Vickers (ASTM E-384). Pengujian struktur mikro hasil coran menggunakan mikroskop metalografi (ASTM E3-11). Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan material ini mengandung komposisi (Al) 87,13%, (Si) 6,14%, (Zn) 2,87%, (Fe) 1,79%, (Cu) 1,507% dan unsur lainnya sampai 100%. menurut standar ASTM B-85 diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium – Silicon) 443.0. Hasil perhitungan *density* dan porositas pada temperatur cetakan 150°C adalah 2,66 gr/cm<sup>3</sup> dan porositas tidak terlihat. Pada temperatur cetakan 200°C *density* sebesar 2,64 gr/cm<sup>3</sup> serta porositas terlihat sedikit tetapi porositas yang terjadi agak besar. Sedangkan *density* dan porositas pada temperatur cetakan 250°C adalah 2,60 gr/cm<sup>3</sup> dan terlihat banyak porositas tetapi kecil. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur cetakan berbanding lurus dengan porositas serta berbanding terbalik dengan *density*. Hasil pengujian kekerasan rata-rata benda hasil coran pada temperatur cetakan 150°C, 200°C dan 250°C adalah 124,5 HVN, 112,9 HVN, dan 108,86 HVN. Sehingga didapat bahwa temperatur cetakan berbanding terbalik dengan nilai kekerasan benda hasil coran. Hal tersebut dapat dilihat dari struktur mikro dimana semakin tinggi temperatur maka struktur butir silikon yang terbentuk semakin renggang.

**Kata kunci:** *Squeeze casting*, Aluminium bekas, Temperatur cetakan, Kekerasan, Struktur mikro.

## **Abstract**

This study aims to determine the effect of mold temperature variations on the squeeze casting process on density, porosity, hardness and microstructure with aluminum raw material from used pistons. In this study, using 3 mold temperature variations, namely: 150 ° C, 200 ° C and 250 ° C with pouring temperature at 700 ° C. Chemical composition testing using *Emmision Spectrometry* (ASTM E-1251). Observation of porosity is done by macro photography using a digital microscope and comparing the results of each variation of the print temperature. Hardness testing uses the Vickers test (ASTM E-384). Testing the microstructure of the results of castings using a metallographic microscope (ASTM E3-11). Chemical composition test results show that this material contains (Al) 87.13%, (Si) 6.14%, (Zn) 2.87%, (Fe) 1.79%, (Cu) 1.507% and other elements up to 100%

according to ASTM B-85 standards classified into Aluminum Al-Si (Aluminum - Silicon) 443.0. The results of the calculation of density and porosity at a mold temperature of 150 ° C are 2.66 gr / cm<sup>3</sup> and porosity is not visible. At a mold temperature of 200 ° C the density is 2.64 gr / cm<sup>3</sup> and the porosity is slightly visible but the porosity that occurs is rather large. Whereas the density and porosity at a mold temperature of 250 ° C is 2.60 gr / cm<sup>3</sup> and many porosity is visible but small. This shows that the mold temperature is directly proportional to porosity and inversely proportional to density. The average hardness test results of castings at mold temperatures of 150 ° C, 200 ° C and 250 ° C are 124.5 HVN, 112.9 HVN, and 108.86 HVN. So it is found that the mold temperature is inversely proportional to the hardness value of the cast object. This can be seen from the micro structure where the higher the temperature, the more flexible the structure of silicon grains formed.

**Keywords:** *Squeeze casting, used Aluminium, mold temperature, hardness, microstructure.*

## 1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu metode dalam pembuatan suatu produk. Metode dalam pengecoran logam berkembang menjadi berbagai macam jenis seiring berjalannya waktu. Metode pengecoran ditinjau dari jenis cetaknya dapat digolongkan menjadi metode pengecoran logam cetakan tetap dan tidak tetap. Metode pengecoran logam cetakan tetap di antaranya metode *high pressure die casting*, *low pressure die casting*, *squeeze casting*, pengecoran sentrifugal dan *gravity die casting*, sedangkan metode pengecoran cetakan tidak tetap di antaranya adalah *sand casting*, *investment casting* dan *lost foam casting*.

Selain itu metode pengecoran merupakan metode paling efektif dalam membuat logam paduan. Dari berbagai jenis material, salah satu jenis logam *non-ferrous* yang banyak digunakan adalah Aluminium (Al). Dalam keadaan murni Aluminium memiliki sifat ringan, tahan korosi dan mampu mesin. Namun untuk meningkatkan sifat mekanik dari Aluminium umumnya dicampur dengan logam lain sehingga membentuk logam paduan.

Paduan Al-Si termasuk jenis paduan larut dalam keadaan cair dan tidak larut dalam keadaan padat. Jenis paduan ini dalam keadaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dan mempunyai penyusutan yang kecil.

Untuk mengolah biji logam menjadi Aluminium memerlukan energi yang besar. Salah satu usaha untuk mengatasi hal ini adalah dengan melakukan daur

ulang atau proses pengecoran kembali. Karena keterbatasan yang ada pada industri kecil tidak semua menggunakan bahan baku, tetapi memanfaatkan Aluminium bekas ataupun *rejected materials* dari peleburan sebelumnya untuk dituang ulang. Hal ini untuk mengurangi pemakaian bahan baku serta agar tidak banyak material yang terbuang sia-sia, sehingga akan menghemat biaya produksi. (Gaspari, 1999)

Pengecoran dengan metode *sand casting* merupakan proses pengecoran yang banyak digunakan terutama pada industri kecil menengah karena biaya yang lebih murah dibandingkan metode pengecoran yang lain. Namun proses ini menghasilkan banyak cacat porositas pada hasil coran. Metode *die casting* dapat menghasilkan produk dengan lebih sedikit cacat porositas. Namun jika menginginkan hasil produk yang lebih baik lagi maka metode pengecoran *squeeze* bisa menjadi solusi yang tepat karena dapat menambah nilai kekerasan dan memperbaiki struktur mikro pada produk hasil coran.

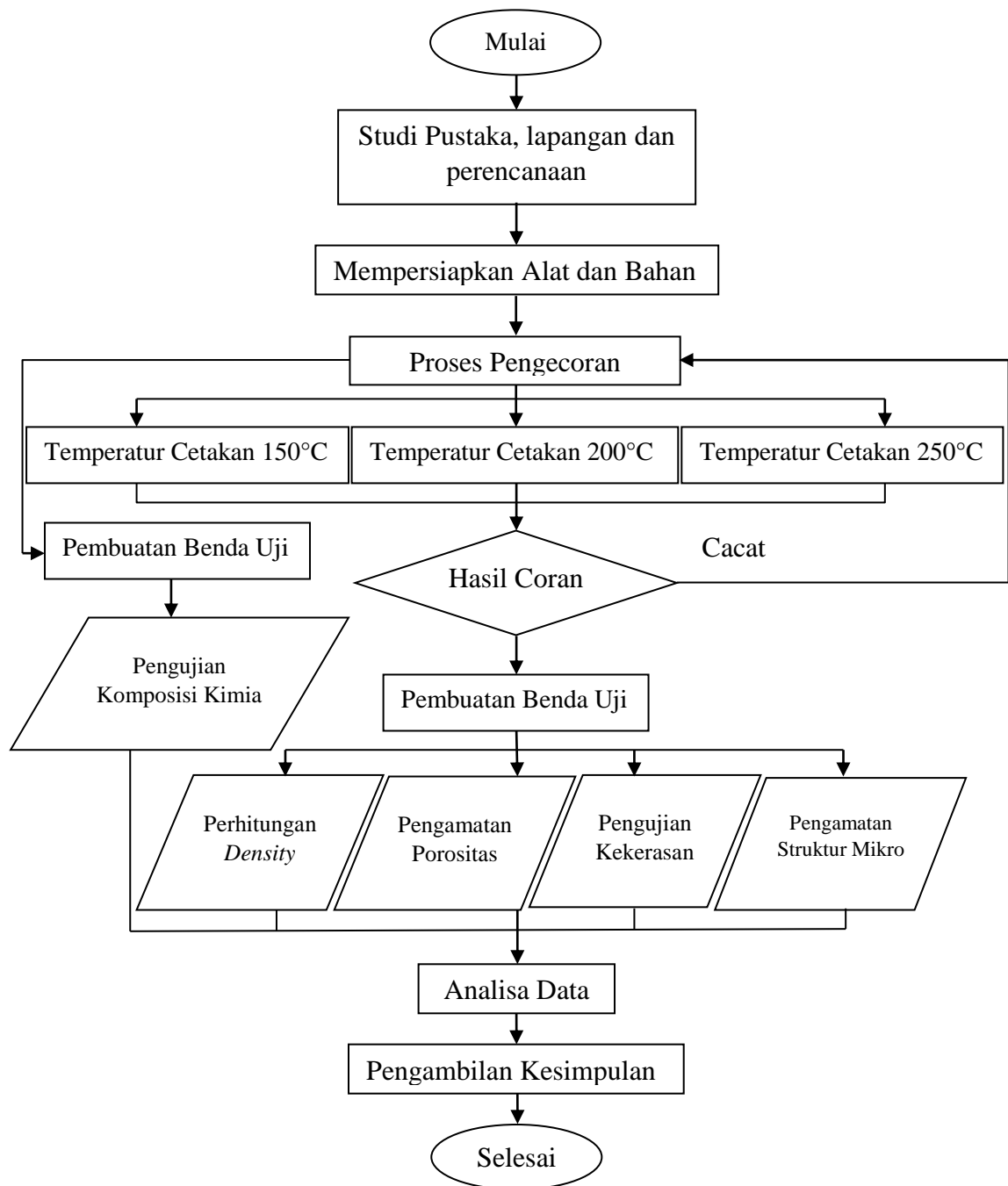
Pengecoran *squeeze* pertama kali diperkenalkan di negara Russia oleh Chernov pada tahun 1878. Pengecoran *squeeze* sering digambarkan sebagai suatu proses dimana logam cair dibekukan di bawah tekanan eksternal yang relatif tinggi. Proses ini pada dasarnya mengkombinasikan keuntungan-keuntungan pada proses *forging* dan *casting*. Pengecoran *squeeze* sering disebut juga penempaan logam cair (*liquid metal forging*). Proses pemadatan logam cair dilaksanakan didalam cetakan yang ditekan dengan tenaga hidrolis. Penekanan logam cair oleh permukaan cetakan akan menghasilkan perpindahan panas yang cepat dan menghasilkan penurunan porositas. (Yue, 1996)

Pada pengecoran *squeeze* banyak parameter yang mempengaruhi, salah satunya adalah temperatur cetakan (*dies*). Apabila cetakan tidak dipanaskan terlebih dahulu maka coran akan membeku terlebih dahulu sebelum memenuhi cetakan dikarenakan panas terserap oleh cetakan. Maka diperlukan penelitian untuk mengetahui temperatur cetakan yang optimal.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur cetakan terhadap *density*, porositas, kekerasan dan struktur mikro hasil pengecoran *squeeze* Aluminium.

## 2. METODE

### 2.1 Diagram Alir Penelitian



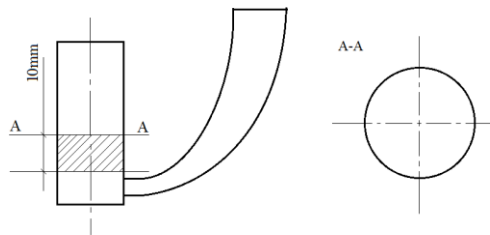
Gambar 1. Diagram alir penelitian



## 2.2 Proses Penelitian

Langkah-langkah dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

- 1) Mencari referensi mengenai pengecoran *Squeeze*, aluminium, pengujian kekerasan dan struktur mikro baik dari buku, jurnal-jurnal, situs internet, maupun dari tugas akhir terdahulu.
- 2) Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.
- 3) Pemilihan standart sebagai acuan dalam penelitian ini yang meliputi ukuran spesimen, proses penelitan dan proses pengujian. Standart yang digunakan adalah ASTM E-1251 untuk pengujian komposisi kimia, ASTM E-384 untuk pengujian kekerasan dan ASTM E3-11 untuk pengujian struktur mikro hasil coran menggunakan mikroskop metalografi.
- 4) Melakukan proses pengecoran dengan metode *Squeeze*.
- 5) Setelah melakukan pengecoran, benda hasil coran kemudian dipotong untuk membuat spesimen uji dengan panjang 10mm.



Gambar 2 Pemotongan specimen

- 6) spesimen diuji dengan menggunakan alat uji komposisi, perhitungan *density*, pengamatan porositas dan pengujian kekerasan.
- 7) Perlakuan etsa dilakukan pada sebagian permukaan dengan ukuran yang telah ditentukan, cairan etsa yang digunakan untuk Aluminium sesuai ASTM E3-11 adalah HF (*hidrofluorid acid*) dan air dengan perbandingan 0,5% HF. Pengetsaan spesimen dengan cara mencelupkan spesimen ke dalam cairan etsa selama 15 detik, kemudian spesimen di angkat dan di aliri air selama 10 detik.
- 8) spesimen yang sudah di etsa dilakukan pengamatan struktur mikro.
- 9) Hasil pengujian yang sudah didapat dianalisa dan kemudian diberikan kesimpulan dari apa yang didapat dari pengujian spesimen ini.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Komposisi Kimia Produk Cor Aluminium

Pengujian ini dilakukan di CV Karya Hidup Sentosa (Quick). Pada hasil komposisi kimia produk cor terdapat 13 unsur tetapi hanya 7 unsur yang dapat berpengaruh pada Aluminium cor yaitu Si, Zn, Fe, Cu, Ni dan Pb. Menurut klasifikasi pada ASTM B-85 *Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Castings Aluminium* ini diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium – Silicon) 443.0.

#### 3.2 Perhitungan *Density*

Dalam menghitung density dilakukan dengan cara memotong spesimen agar pada saat mengukur volume lebih mudah. Perhitungan density dilakukan dengan cara mengukur spesimen menggunakan gelas ukur dan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui massa dari spesimen. Kemudian nilai hasil pengukuran dimasukkan kedalam rumus density :

$$\rho = (m)/v \quad (1)$$

Dimana :

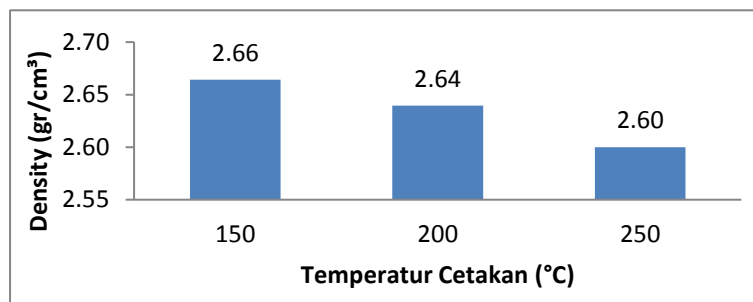
$\rho$  = Density (kg/m<sup>3</sup>)

m = Massa (kg)

v = Volume (m<sup>3</sup>)

Tabel 1 Perhitungan *Density*

Temperatur Cetakan (°C)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Massa (gr)	Density (gr/cm <sup>3</sup> )
150	3,9	10,39	2,66
200	3,8	10,03	2,64
250	3,8	9,88	2,60

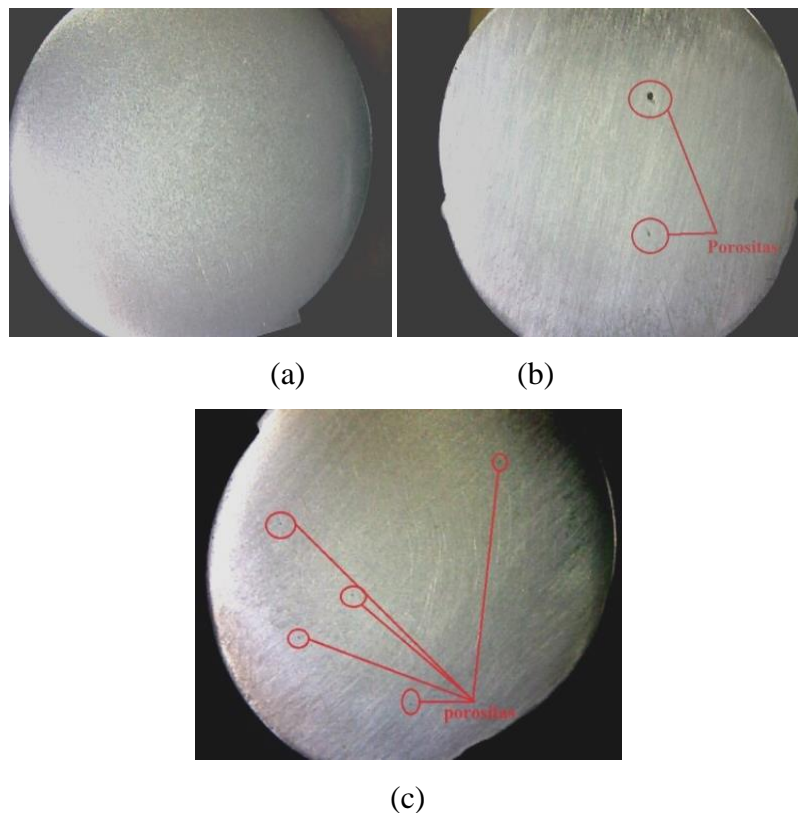


Gambar 3 Histogram perbandingan temperatur cetakan terhadap nilai density

Berdasarkan data diatas, variasi temperatur cetakan mempengaruhi nilai density terhadap hasil cor. Density yang lebih besar menandakan penekan yang terjadi juga lebih besar karena kerapatan yang terkandung dalam sebuah benda akan mempengaruhi berat benda. Penurunan density diperkirakan akan membuat cacat porositas semakin besar, struktur mikro semakin tidak rapat serta penurunan nilai kekerasan.

### 3.3 Cacat Porositas

Pengamatan porositas dilakukan dengan foto makro menggunakan mikroskop digital dan membandingkan hasil dari setiap variasi cetakan. Hasilnya sebagai berikut :



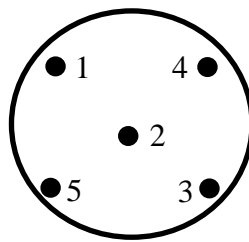
Gambar 4 Foto Makro cacat porositas (a) variasi suhu  $150^{\circ}\text{C}$ , (b) variasi  $200^{\circ}\text{C}$ , (c) variasi  $250^{\circ}\text{C}$

Berdasarkan gambar 4 terlihat porositas terbanyak terjadi pada temperatur cetakan  $250^{\circ}\text{C}$  dan berkurang jumlahnya pada temperatur cetakan  $200^{\circ}\text{C}$  tetapi ukurannya lebih besar, sedangkan pada temperatur cetakan  $150^{\circ}\text{C}$  porositas tidak terlihat. Hasil ini sesuai dengan perkiraan bahwa semakin tinggi temperatur cetakan cacat

porositas juga semakin banyak atau besar. Kenaikan porositas pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Firdaus (2002).

### 3.4 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Material Akademi Teknologi Warga (ATW) menggunakan metode Micro Hardness Vickers dengan standart ASTM E-384 sehingga menghasilkan nilai Hardness Vickers Number (HVN). Pembebanan yang diberikan sebesar (0,98N) dengan indenter piramida intan 136° selama 15 detik.

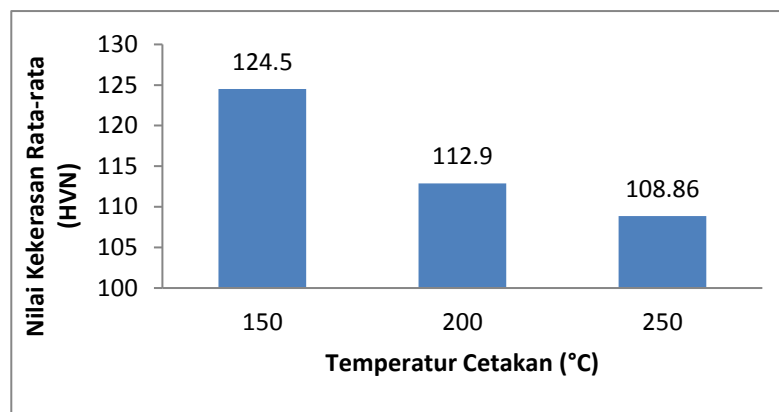


Gambar 5 Titik Identasi

Tabel 2 Pengujian Kekerasan pada Spesimen

Variasi Temperatur Cetakan (°C)	Titik Identasi	P (Newton)	Kekerasan (HVN)	Kekerasan rata – rata (HVN)
150	1	0,98	134,1	124,5
	2	0,98	115,9	
	3	0,98	138,3	
	4	0,98	125,2	
	5	0,98	109	
200	1	0,98	116,3	112,9
	2	0,98	99,8	
	3	0,98	104,9	
	4	0,98	123,5	
	5	0,98	120	
250	1	0,98	104,5	108,86
	2	0,98	108	
	3	0,98	111	
	4	0,98	104,5	
	5	0,98	116,3	



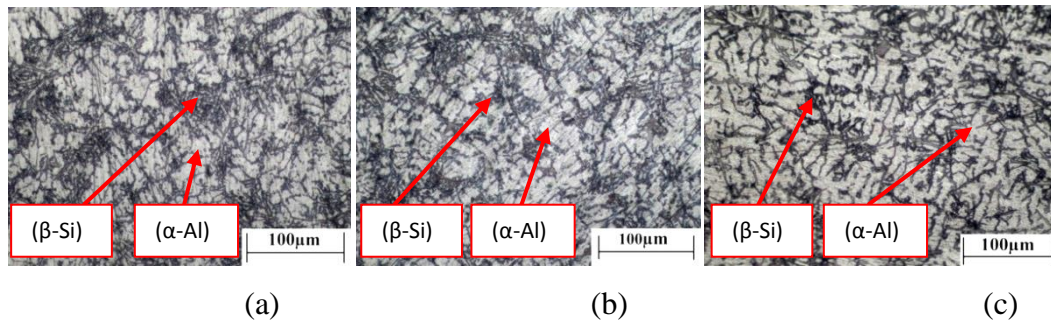


Gambar 6 Histogram Perbandingan Nilai Kekerasan

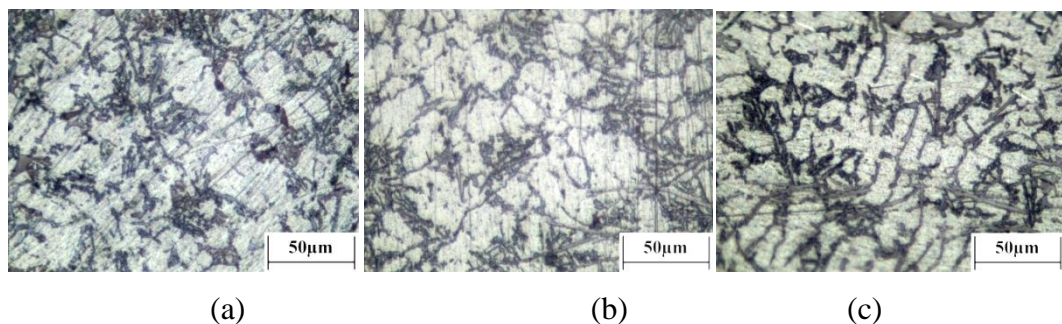
Berdasarkan gambar 6 nilai kekerasan rata-rata tertinggi terdapat pada temperatur cetakan 150°C yaitu 124,5 HVN dan menurun pada temperatur cetakan 200°C dengan nilai kekerasan 112,9 HVN, sedangkan nilai kekerasan rata-rata terendah pada temperatur 250°C dengan nilai kekerasan 108,86 HVN. Nilai kekerasan yang tinggi berbanding lurus dengan nilai density. Semakin besar nilai density maka semakin besar nilai kekerasan dan semakin kecil nilai density maka semakin kecil nilai kekerasan. Tren ini sesuai dengan tren pada kajian pustaka. Perbedaan nilai kekerasan kemungkinan disebabkan karena perbedaan komposisi kimia dan tekanan pada saat pengecoran.

### 3.5 Pengamatan Struktur Mikro

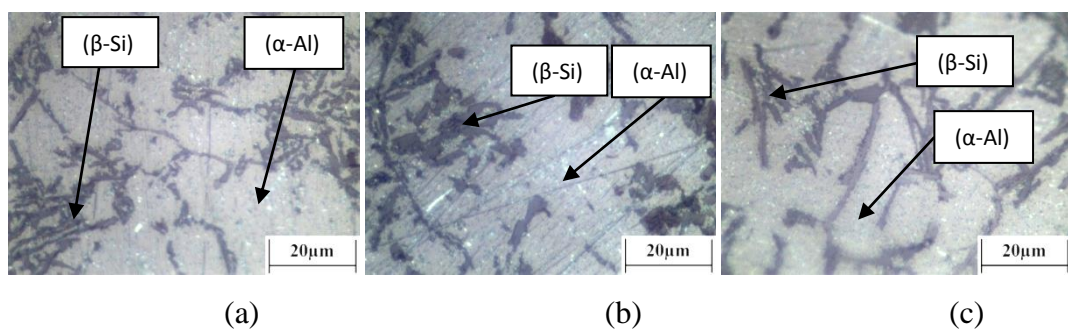
Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Universitas Muhammadiyah Surakarta Jurusan Teknik Mesin. Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut standar pengujian ASTM E3-11 untuk bahan Aluminium dengan pembesaran 100x, 200x dan 500x. Sebelum melakukan pengujian struktur mikro spesimen diampelas sampai halus dari amplas dengan kekasaran 80-5000. Setelah itu dilakukan pemolesan dengan autosol agar permukaan terlihat mengkilap, lalu dilakukan proses etsa sesuai standar ASTM E-407. Etsa yang dipakai yaitu 200 ml air : 1 ml HF dengan lama pencelupan 10-20 detik lalu dialiri air dengan lama waktu 10 detik. Berikut adalah gambar struktur mikro dari ketiga variasi temperatur cetakan :



Gambar 7 Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 100x (a) variasi temperatur 150°C, (b) variasi temperatur 200°C, (c) variasi temperatur 250°C



Gambar 8 Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 200x (a) variasi temperatur 150°C, (b) variasi temperatur 200°C, (c) variasi temperatur 250°C



Gambar 9 Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 200x, (a) variasi temperatur 150°C, (b) variasi temperatur 200°C, (c) variasi temperatur 250°C

Struktur mikro terdiri dari fasa  $\alpha$  (Al) Aluminium dan fasa  $\beta$  (Si) silikon. fasa  $\alpha$  (Al) berwarna terang cenderung putih serta fasa  $\beta$  (Si) berwarna gelap dan bentuknya cenderung memanjang. Ketika laju pembekuan lama maka atom bergerak bebas untuk saling berikatan, sehingga ukuran fasanya membesar.

Terlihat pada gambar 5,6 dan 7 struktur mikro pada saat temperatur cetakan 150°C persebaran fasa  $\beta$  (Si) lebih padat namun tidak merata dan cenderung mengumpul. Sedangkan pada saat temperatur 250°C persebaran fasa  $\beta$  (Si) lebih merata namun tidak rapat. Hal ini menunjukkan bahwa ada korelasi antara nilai *density*, porositas dan nilai kekerasan terhadap ukuran, distribusi dan kerapatan butiran fasa. Hasil penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Helmy Purwanto dkk (2011) bahwa struktur silikon yang berbentuk serpih terlihat semakin renggang secara signifikan seiring dengan peningkatan temperatur cetakan.

#### **4. PENUTUP**

##### **4.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan penelitian dan analisa data hasil maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian komposisi kimia, material ini mengandung komposisi (Al) 87,13%, (Si) 6,14%, (Zn) 2,87%, (Fe) 1,79%, (Cu) 1,507% dan unsur lainnya sampai 100%. menurut standar ASTM B-85 material ini diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium – Silicon) 443.0.
2. Temperatur cetakan berbanding lurus dengan porositas serta berbanding terbalik dengan density. Hasil perhitungan density dan porositas pada temperatur cetakan 150°C adalah 2,66 gr/cm<sup>3</sup> dan porositas tidak terlihat. Pada temperatur cetakan 200°C density sebesar 2,64 gr/cm<sup>3</sup> serta porositas terlihat sedikit tetapi porositas yang terjadi agak besar. Sedangkan density dan porositas pada temperatur cetakan 250°C adalah 2,60 gr/cm<sup>3</sup> dan terlihat banyak porositas tetapi kecil.
3. Temperatur cetakan berbanding terbalik dengan nilai kekerasan benda hasil coran. Hal tersebut dapat dilihat dari struktur mikro dimana semakin tinggi temperatur maka struktur butir Silikon yang terbentuk semakin renggang. Hasil pengujian kekerasan rata-rata benda hasil coran pada temperatur cetakan 150°C, 200°C dan 250°C adalah 124,5 HVN, 112,9 HVN, dan 108,86 HVN.

##### **4.2 Saran**

1. Sebelum melakukan proses pengecoran perlu di lakukan studi lapangan untuk mengamati langkah dan tahapan proses pengecoran karena *hard skill* sangat diperlukan.
2. Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur yang lebih mendalam karena banyak variabel yang mempengaruhi pada proses pengecoran.

3. Saat melakukan pengecoran pengukuran temperatur harus selalu dilakukan karena proses pembekuan sangat cepat.
4. Gunakan alat ukur yang sudah terkalibrasi agar hasil pengukuran lebih akurat.
5. Gunakan *thermometer* yang responsif karena pengukuran temperatur harus cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bayuseno, Athanasius Priharyoto, Nasrudin Arif C. (2011). *Adc 12 Sebagai Material Sepatu Rem Menggunakan Pengecoran High Pressure Die Casting Dengan Variasi Temperatur Penuangan*. Jurnal Rotasi – Vol. 13, No. 1,17-23.
- Bolton, W. (1993). *Engineering Materials Technology (second edition)*. Oxford : Newnes
- Gaspari, J. (1999). *Making the Most od Aluminum Scrap, Mechanical Engineering*. New York, Nov. 1999
- Harjanto, Budi. (2008). *Pengaruh Temperatur Tuang Dan Temperatur Cetakan Pada High Pressure Die Casting (HPDC) Berbentuk Piston Paduan AluminiumSilikon*. Seminar Nasoinal Aplikasi Sains dan Teknologi 2008 – IST AKPRIND Yogyakarta
- Harmanto, Sri, dkk. (2013). *Pengaruh Temperatur Cetakan Logam Terhadap Kekerasan Pada Bahan Aluminium Bekas*. Teknik Mesin. Politeknik negeri Semarang
- Lauki, Hans Ivar. (2004). *High Pressure Die Casting of Aluminium and Magnesium Alloys*. Norwegian : University of Science and Technology (NTNU)
- Nindhia, Tjokorda GDE Tirta. (2017). *Teknik Pengecoran Logam Bukan Besi*. Fakultas Teknik Universitas Udhayana Denpasar
- Paryono, dkk. (2018). *Karakterisasi Produk Pengecoran Manual High Pressure Die Casting Pada Material Adc 12*. Jurnal Teknis ISBN : 978-602-5614-35-4



- Purwanto, Helmy, dkk. (2011). *Pengaruh Temperatur Cetakan Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Alminium Daur Ulang (Al–6,4%Si–1,93%Fe)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2 Tahun Universitas Wahid Hasyim Semarang
- Surdia, T. (2000). *Teknik Pengecoran Logam*. PT. Pradnya Paramitha
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. (1992). *Pengetahuan Bahan Teknik*. (edisi kedua). Jakarta:Pradnya Paramita.
- Yue, T.M. and G.A. Chadwick, (1996). *Squeeze Casting of Light Alloys and Their Composites*. Journal of Material Processing Technology. Vol. 58 No. 2 – 3